

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-307650

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

H01J 27/02
G21K 5/04
H01J 27/08
H01J 37/08
H05H 1/24

(21)Application number : 2000-125626

(71)Applicant : NISSIN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 26.04.2000

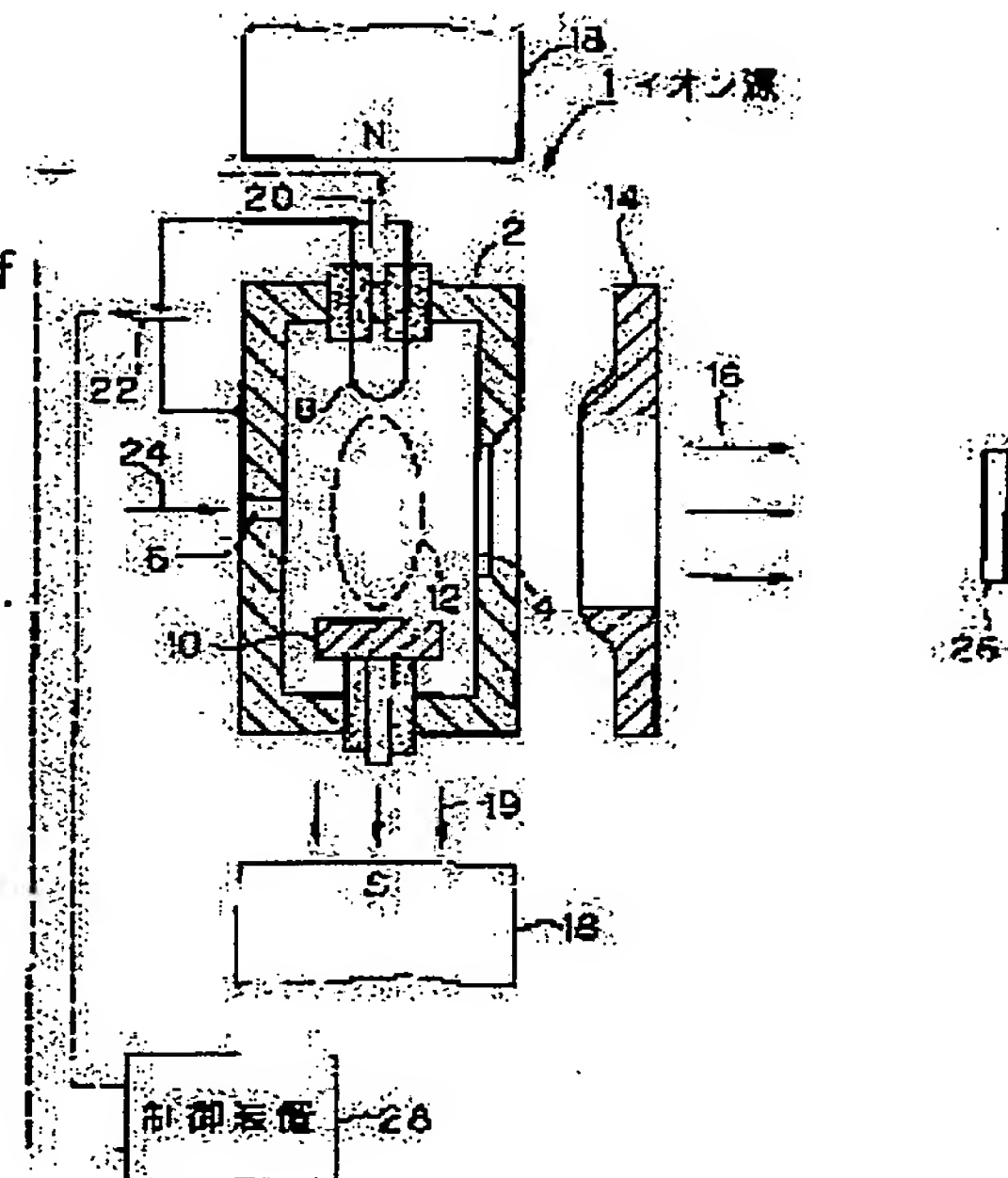
(72)Inventor : IWAZAWA YASUSHI
HAMAMOTO SHIGEAKI

(54) METHOD OF OPERATING ION SOURCE AND IRRADIATION DEVICE OF ION BEAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a means for reducing the time to stabilize ion beam quantity in starting operation of the ion source, without providing extra heater or the like.

SOLUTION: In extracting an ion beam 16 after starting operation of an ion source, before the extraction of a given quantity of the ion beam 16, a preliminary heating of a vessel for the plasma generation is made. By generating plasma 12 by applying electric power for plasma generation larger than the power for the plasma generation applied to extract the given quantity of the ion beam 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3405321

[Date of registration]

07.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-307650
(P2001-307650A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーム(参考) |
|----------------------------|------|---------------|-----------|
| H 0 1 J 27/02 | | H 0 1 J 27/02 | 5 C 0 3 0 |
| G 2 1 K 5/04 | | G 2 1 K 5/04 | A |
| H 0 1 J 27/08 | | H 0 1 J 27/08 | |
| 37/08 | | 37/08 | |
| H 0 5 H 1/24 | | H 0 5 H 1/24 | |
| 審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 7 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2000-125626(P2000-125626)

(22) 出願日 平成12年4月26日 (2000.4.26)

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 岩澤 康司

京都府京都市南区久世殿城町575番地 日

新イオン機器株式会社内

(72) 発明者 濱本 成顯

京都府京都市南区久世殿城町575番地 日

新イオン機器株式会社内

(74) 代理人 100088661

弁理士 山本 恵二

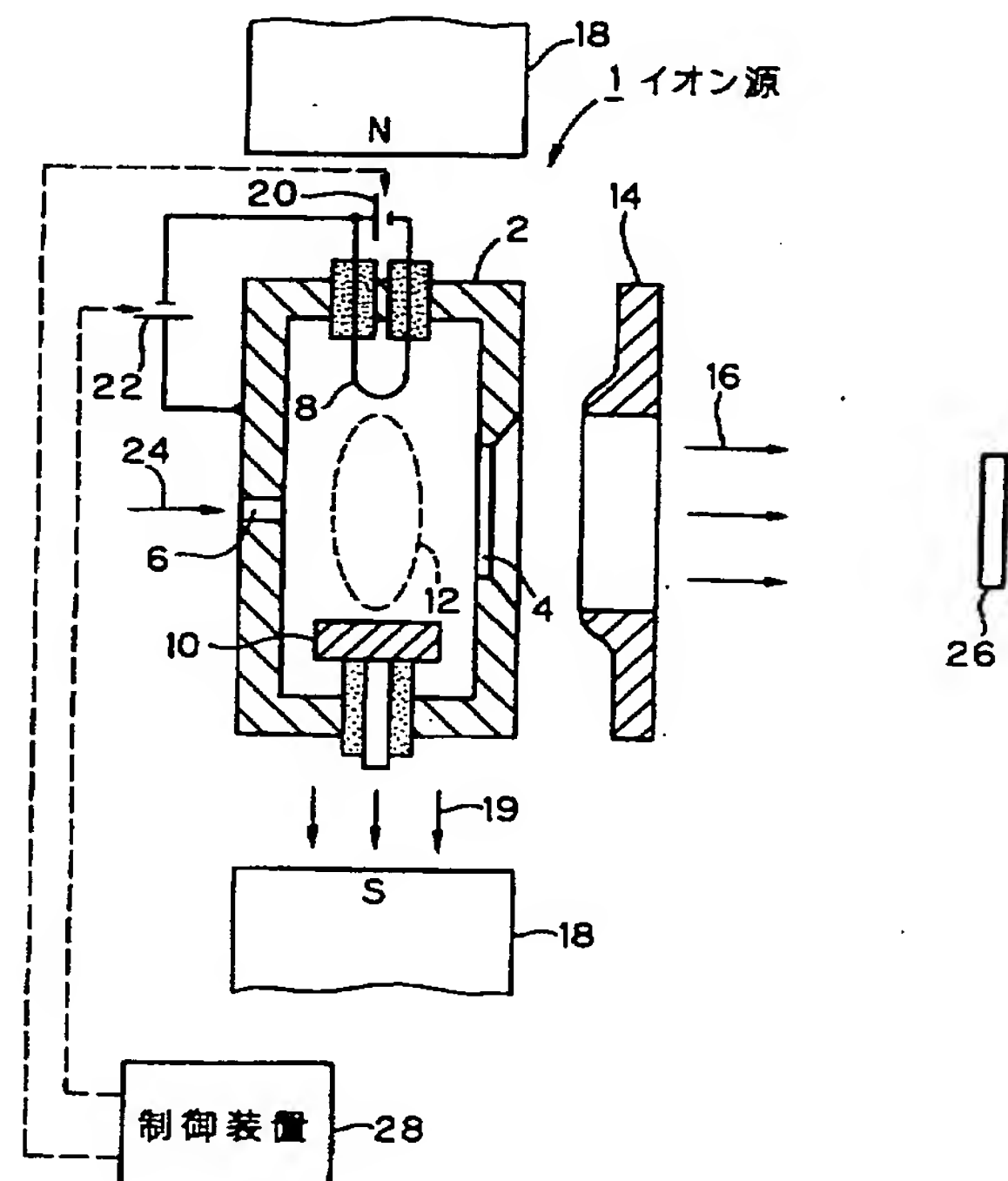
Fターム(参考) 5C030 DD03 DD10 DE01 DE09 DG09

(54) 【発明の名称】 イオン源の運転方法およびイオンビーム照射装置

(57) 【要約】

【課題】 ヒータ等の付加物を設けることなく、イオン源の運転開始の際にイオンビーム量が安定するまでの時間を短縮する手段を提供する。

【解決手段】 イオン源の運転を開始してイオンビーム16を引き出す際に、目的量のイオンビーム16を引き出す動作に入る前に、当該目的量のイオンビーム16を引き出すときに投入するプラズマ生成用の電力よりも大きいプラズマ生成用の電力を当該イオン源のプラズマ生成容器2内に投入してプラズマ12を生成することによって、プラズマ生成容器2の予備加熱を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際に、目的量のイオンビームを引き出す動作に入る前に、当該目的量のイオンビームを引き出すときに投入するプラズマ生成用の電力よりも大きいプラズマ生成用の電力を当該イオン源のプラズマ生成容器内に投入してプラズマを生成することによって、プラズマ生成容器の予備加熱を行うことを特徴とするイオン源の運転方法。

【請求項2】 イオン源から引き出したイオンビームを被照射物に照射するイオンビーム照射装置において、イオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際に、目的量のイオンビームを引き出す動作に入る前に、当該目的量のイオンビームを引き出すときに投入するプラズマ生成用の電力よりも大きいプラズマ生成用の電力を当該イオン源のプラズマ生成容器内に投入してプラズマを生成することによって、プラズマ生成容器の予備加熱動作を行う制御装置を備えることを特徴とするイオンビーム照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばイオン注入装置のようなイオンビーム照射装置等に用いられるイオン源の運転方法およびそれを実施するイオンビーム照射装置に関し、より具体的には、イオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際に、イオンビーム量が安定するまでの時間を短縮する手段に関する。

【0002】

【従来の技術】図1にイオンビーム照射装置のイオン源周りの一例を示す。このイオン源1は、ホットカソードPIG型イオン源の内のバーナス型イオン源と呼ばれるものであり、同様のものが特開平9-35648号公報にも記載されている。

【0003】このイオン源1は、アノードを兼ねるプラズマ生成容器2と、このプラズマ生成容器2内の一方側に設けられたフィラメント8と、プラズマ生成容器2内の他方側に設けられた反射電極10と、プラズマ生成容器2の壁面に設けられたイオン引出スリット4とを備えている。イオン引出スリット4の出口近傍には、プラズマ生成容器2内で生成されたプラズマ12からイオンビーム16を引き出す引出し電極14が設けられている。プラズマ生成容器2内には、電磁石18によって磁界19が印加される。

【0004】プラズマ生成容器2内には、その壁面に設けられた導入口6を通して、イオン源物質（即ち、イオンビーム16の元になる物質）24が導入される。このイオン源物質24は、図示しないガス源から供給されるガスや、図示しない蒸発源で固体を蒸気化することによって供給されるガス（蒸気）等である。

【0005】このようなイオン源1において、プラズマ

生成容器2の内外を真空排気すると共に、プラズマ生成容器2内にイオン源物質24を適当な流量で導入しながら、フィラメント8をフィラメント電源20によって通電加熱して熱電子を発生させると共に、フィラメント8とプラズマ生成容器2との間にアーク電源22からアーク電圧を印加して両者間でアーク放電を生じさせることによって、イオン源物質24が電離されてプラズマ12が生成される。そしてこのプラズマ12から、イオン源物質24を構成する元素のイオンを含むイオンビーム16を引き出すことができる。

【0006】なお、反射電極10は、フィラメント8から放出させた熱電子をはね返して、イオン源物質24の電離効率ひいてはプラズマ12の生成効率を高める作用をする。また、電磁石18による磁界19も、その磁力線に熱電子が巻き付くように運動してその実効的な飛程が長くなるので、イオン源物質24の電離効率を高める作用をする。

【0007】上記のようにして引き出されたイオンビーム16は、必要に応じて質量分離、加速・減速、走査、集束等の処理を施された上で、被照射物26に照射され、イオン注入等の処理に利用される。なお、被照射物26は図示の都合上、イオン源1の近くに図示しているけれども、実際上は通常、イオン源1よりもかなり下流側に配置されている。

【0008】被照射物26に照射されるイオンビーム16のビーム量は、時間的に定常であることが望ましい。その実現手段の一つとして、上記イオン源1から引き出すイオンビーム16のビーム量（即ちビーム電流）を時間的に定常に保つことが挙げられる。

【0009】イオン源1から引き出すイオンビーム16のビーム量を一定に保つためには、（1）アーク電圧（アーク電源22の出力電圧）、（2）アーク電流（アーク電源22の出力電流）、（3）イオン源物質24の供給量、（4）電磁石18（具体的には、その図示しないコイル）に流す電流といった、イオン源1の運転パラメータを一定に保つ必要がある。これらの運転パラメータの値は、例えば制御装置28のような制御装置を通して設定・調節が可能である。アーク電圧、アーク電流、電磁石の電流については、それらの実際の値は、制御装置28を通して設定された値に近くなる。

【0010】しかし、プラズマ生成容器2内へのイオン源物質の供給量については、実際の値は必ずしも設定値に近くなるとは限らない。これを以下に詳述する。

【0011】イオン源物質24は、通常、導入口6を通してプラズマ生成容器2内に導入される。このイオン源物質24は、前述したように、ガス源から供給されるガスであったり、蒸発源で固体を蒸気化することによって供給されるガスであったりする。これらのガスは、通常、ガス源からの供給量を一定に保つ流量制御機構や、蒸発源の温度を一定に保つ温度制御機構によって、供給

量が制御されている。ところが、このような経路以外からもイオン源物質がプラズマ生成容器2内に供給され得る。それは、プラズマ生成容器2の壁面（内壁面。以下同じ）に吸着されたり、膜状になって付着している（以下、これを単に付着と言う）イオン源物質24やその他の物質（例えば水分等）の再蒸発である。

【0012】一例を挙げると、メンテナンスをした直後のプラズマ生成容器2内には、大気中に存在する水の分子を主とする不要物質が付着している。その場合にイオン源の運転を開始すると、プラズマ生成容器2の温度が高くなり、それに伴ってプラズマ生成容器2の壁面から上記不要物質が徐々に放出されるようになる。この例では、不要物質の主成分である水の分子が解離・イオン化されて、 H^+ 、 H_2^+ 、 O^+ 、 OH^+ 等のイオンが発生し、これらが、イオン源物質24がイオン化されたものと一緒にイオンビーム16として引き出される。プラズマ生成容器2の温度が高いほど、その壁面からの不要物質の放出率は高くなり、一方、壁面に保持される不要物質の量は放出によって減少して行く。従って、壁面からの不要物質の放出量は、これらの兼ね合いによって、イオン源1の運転時間の経過と共に変化する。

【0013】これは、広義のイオン源物質（真のイオン源物質24と、プラズマ生成容器2の壁面から放出される不要物質とを合わせたもの）のプラズマ生成容器2内への供給量が、プラズマ生成容器2の温度によって変化することを意味している。

【0014】他の例を挙げると、プラズマ生成容器2内が真空状態にありかつプラズマ生成容器2が室温の状態から運転を開始する場合がある（これは、コールドスタートと呼ばれる）。このとき、イオン源物質24として PH_3 （ホスフィン）や AsH_3 （アルシン）等のガス、あるいは $In(CH_3)_3$ （トリメチルインジウム）等の金属化合物ガスを用いる場合、リンやヒ素、あるいはインジウム等の金属がプラズマ生成容器2の内壁に多量に付着することがある。イオン源1の運転中は、プラズマ生成容器2の内壁には、イオン源物質24やその成分が常に付着し、その一方で再蒸発している。プラズマ生成容器2の温度が低い状態でイオン源1の運転を始めると、電離される等して壁面に付着する速度の方が、再蒸発の速度よりも速く、その結果、上記物質が壁面に堆積して行くのである。運転時間が経過してプラズマ生成容器2の温度が上がってくると再蒸発が盛んになり、壁面から放出される上記物質の量は一時的に増加する。やがて再蒸発速度が付着速度を上回ると、壁面に付着した物質の総量が減少し始め、最終的にはある一定量に収束する。これに伴って、壁面から放出される上記物質の供給量も減少し、最終的にはある一定量に収束する。この現象もまた、イオン源物質のプラズマ生成容器2内への供給量が、プラズマ生成容器2の温度変化と共に変化することを意味している。

【0015】このように、正規の経路（導入口6からの経路）以外からプラズマ生成容器2内に放出されるイオン源物質が存在し、しかもその放出量がプラズマ生成容器2の温度変化に伴って変化するものである。これは、プラズマ生成容器2内へのイオン源物質の総供給量がプラズマ生成容器2の温度変化と共に変化するを意味している。このような原因によって、イオンビーム16のビーム量が不随意に変動することがあり、それによって、イオンビーム量が安定するまでに長い時間がかかる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】これに対して、特開平5-325871号公報には、プラズマ生成容器（アークチャンバー）壁に、プラズマ生成容器を強制的に加熱するヒータを設けた（埋設した）イオン源が提案されており、これによってイオンビームの立ち上げ時間を短縮することができるとされている。

【0017】しかしこの方法では、ヒータ、ヒータ用電源および大気中のヒータ用電源から真空中のヒータに電力を導くフィードスルー等を新たに設けなければならず、構成が複雑になる。

【0018】また、プラズマ生成容器は通常は六面体であり、その各面にはヒータ配置を妨げるイオン引出スリットや絶縁碍子等が設けられているので、六面の全てにヒータを均一に配置してプラズマ生成容器の壁面全体を万遍無く加熱するのは容易ではない。加熱温度の低い所があると、その分、イオンビーム量が安定するまでの時間が長くなる。

【0019】また、プラズマ生成容器は比較的寿命が短く（例えば、数回のメンテナンスサイクルで交換する場合もある）、度々交換する必要がある、その度にヒータを取り付けたり埋設したりするのは非常に手間がかかり現実的ではない。ヒータを取り付けたり埋設したままでプラズマ生成容器を交換すると、ヒータを設けているぶん余分にコストが嵩む。

【0020】そこでこの発明は、ヒータ等の付加物を設けることなく、イオン源の運転開始の際にイオンビーム量が安定するまでの時間を短縮する手段を提供することを主たる目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】この発明に係るイオン源の運転方法は、イオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際に、目的量のイオンビームを引き出す動作に入る前に、当該目的量のイオンビームを引き出すときに投入するプラズマ生成用の電力よりも大きいプラズマ生成用の電力を当該イオン源のプラズマ生成容器内に投入してプラズマを生成することによって、プラズマ生成容器の予備加熱を行うことを特徴としている。

【0022】上記予備加熱は、具体的には次のいずれかの場合に行う。これらの場合は、いずれも、イオン源物

質のプラズマ生成容器内への総供給量が、プラズマ生成容器の温度変化と共に比較的大きく変化するからである。

【0023】(1) メンテナンス等によってプラズマ生成容器内を大気中に曝した後にイオン源の運転を開始して(即ちイオン源を停止状態から立ち上げて)イオンビームを引き出す際。

【0024】(2) プラズマ生成容器内は真空状態にあるけれどもプラズマ生成容器が室温またはそれに近い温度にある停止状態からイオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際。停止状態とは、プラズマおよびイオンビームが発生していない状態を言う。

【0025】(3) プラズマ生成容器の温度状態の如何に拘わらず、プラズマ生成容器内に導入するイオン源物質を切り換えた後にイオン源の運転を再開して、それまでとは異なるイオン種のイオンビームを引き出す際。

【0026】上記運転方法によれば、上記予備加熱によって、プラズマ生成容器の温度を早期に高くして、プラズマ生成容器内に供給されるイオン源物質の量が安定するまでの時間を短縮することができる。その結果、イオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際にイオンビーム量が安定するまでの所要時間を短縮することができる。

【0027】しかも、上記予備加熱を、プラズマ生成用の電力を多く投入してプラズマを生成することによって行うので、ヒータ等の付加物を設ける必要がない。従って、イオン源の構成を複雑にせず済み、イオン源のコストアップを招かない。また、プラズマ生成用の電力を多く投入してプラズマを生成することによってプラズマ生成容器を予備加熱するので、しかもプラズマ生成容器の内側からその内壁を直接加熱するので、プラズマ生成容器の内壁全体を万遍無く、しかも効率良く加熱することが容易になる。

【0028】なお、上記予備加熱は、目的量のイオンビームを引き出す動作に入る直前に行うのが最も好ましい。その場合が予備加熱を最も効果的に利用することができるからである。

【0029】上記予備加熱時に投入する電力は、例えば、目的量のイオンビームを引き出すときに投入する電力の1.5倍～2倍程度にするのが好ましい。1.5倍未満では、予備加熱の効果は小さく、2倍を超すと、プラズマ生成用の電源の容量を予備加熱用に増大させなければならない場合が生じるからである。

【0030】上記予備加熱を行う時間は、例えば、2分～5分間程度が好ましい。2分未満では、予備加熱の効果は小さく、5分を超えると、予備加熱にかかる時間が長くなり過ぎて、ビーム量が安定するまでの時間短縮効果が低下するからである。

【0031】この発明に係るイオンビーム照射装置は、イオン源の運転開始時に上記のような予備加熱動作を行

う制御装置を備えている。

【0032】

【発明の実施の形態】図1に示したイオンビーム照射装置のイオン源1を例にして、この発明に係るイオン源の運転方法の一例を説明する。

【0033】まず一例として、プラズマ生成容器2が室温の状態からイオン源1の運転を開始するコールドスタートの場合を考える。イオン源物質24はAsH₃ガスとする。

【0034】運転パラメータは、アーク電圧が60V、アーク電流が0.8Aとする。このときにプラズマ生成容器2内にプラズマ12の生成用に投入される電力Pは次式で与えられる。

【0035】

【数1】 $P = (\text{アーク電流} \times \text{アーク電圧}) + (\text{フィラメント電流} \times \text{フィラメント電圧})$

【0036】フィラメント電流およびフィラメント電圧は、フィラメント電源20の出力である。フィラメント電源20は、通常は、フィラメント8からの熱電子放出を主因として発生するアーク放電の電流が所定の値を保つように、フィラメント8に投入する電力を自動で調整する。上記条件下での典型的なフィラメント電流およびフィラメント電圧は、それぞれ、120Aおよび2.0V程度である。

【0037】従って、上記運転パラメータのときのプラズマ生成容器2内への投入電力P₁は次式となる。

【0038】

【数2】 $P_1 = (0.8 \times 60) + (120 \times 2) = 288 \text{ [W]}$

【0039】図2に、プラズマ生成容器2内への投入電力とプラズマ生成容器2の温度との関係を示す。これによると、288Wの投入電力P₁によってプラズマ生成容器2の温度(T₁)は450℃(723K)程度に達することが分かる。

【0040】図3に、各種物質の温度に対する蒸気圧を示す。これによると、723Kのヒ素の蒸気圧は1×10⁴Pa程度であることが分かる。

【0041】上記パラメータで、プラズマ生成容器2が室温の状態からイオン源1の運転を開始したところ、イオンビーム16を引き出し始めてからそのビーム量を目的量(所望の値)に調節するために要した時間は約21分であった。

【0042】一方、プラズマ生成容器2が十分に温まった状態からイオン源1の運転を開始する場合は、イオンビーム16のビーム量を目的量に調整するのに必要な時間は典型的には6～7分程度である。

【0043】前述したように、プラズマ生成容器2が室温の状態からイオン源1の運転を開始すると、プラズマ生成容器2の温度が変化することによってイオン源物質の総供給量が実効的に変動し、これによってイオンビー

ム16のビーム量が不随意に変動する。上記所要時間の差は、この不随意の変動に追従してビーム量の調節を行うために発生するものである。

【0044】次に、この発明に従って予備加熱を行った実施例を説明する。

【0045】目的量のイオンビーム16を引き出す動作に入る前に、例えばプラズマ生成容器2と引出し電極14との間に引出し電圧を印加する前に、アーク電圧を60V、アーク電流を3Aにして2分間の予備加熱を実施する。この条件下での典型的なフィラメント電流および
10 フィラメント電圧は、それぞれ、140Aおよび2.7V程度である。従ってこの運転パラメータのときのプラズマ生成容器2内への投入電力 P_2 は次式となる。

【0046】

【数3】 $P_2 = (3 \times 60) + (140 \times 2.7) = 558$ [W]

【0047】このときのプラズマ生成容器2の温度(T_2)は、図2より、600℃(873K)程度になる。この予備加熱に続いて、目的量のイオンビーム16を引き出す動作に入る。このときの運転パラメータは、例えば前記のようにアーク電圧が60V、アーク電流が0.8A、フィラメント電流が120A、フィラメント電圧が2.0Vであり、この場合の投入電力 P_1 は288Wであり、プラズマ生成容器2の温度 T_1 は前述したように450℃である。この予備加熱およびその後の投入電力およびプラズマ生成容器2の温度の変化の概略を図4に示す。

【0048】予備加熱時のプラズマ生成容器2の温度 T_2 が600℃(873K)のときのヒ素の蒸気圧は、図3より、 1×10^5 Pa程度になり、上記投入電力 P_1
20 時の10倍程度になる。従って、プラズマ生成容器2の壁面からヒ素が放出される放出率も上記投入電力 P_1 時の10倍程度になり、プラズマ生成容器2内に供給されるイオン源物質の量が安定するまでの時間を短縮することができ、ひいてはイオン源1から引き出されるイオンビーム16のビーム量が安定するまでの所要時間を短縮することができる。

【0049】実際、この実施例の場合に、プラズマ生成容器2が室温の状態からイオン源1の運転を開始して、イオンビーム16のビーム量を目的量に調整するまでに
40 要した時間は、上記2分間の予備加熱時間を含めて、約11分であり、予備加熱を実施しない場合に比べて約10分の短縮を実現することができた。換言すれば、所要時間を約半分に短縮することができた。

【0050】しかもこの運転方法によれば、前記特開平5-325871号公報に記載されているようなヒータによってプラズマ生成容器を加熱する技術に比べて、次のような利点がある。

【0051】(1) プラズマ生成容器2の予備加熱を、プラズマ生成用の電力(上記実施例の場合は数1に示し
50

た投入電力 P)を多く投入してプラズマ12を生成することによって行うので、ヒータ、ヒータ用電源およびフィードスルー等の付加物を設ける必要がない。従って、イオン源1の構成を複雑にせず済み、イオン源のコストアップを招かない。また、プラズマ生成容器2の交換にも簡単に(何もせずに)対応することができる。

【0052】(2) プラズマ生成容器2内にプラズマ生成用の電力を多く投入してプラズマ12を生成することによってプラズマ生成容器2を予備加熱する方法であり、プラズマ12はプラズマ生成容器2内に立体的に生成され、この立体的なプラズマ12等からの熱によってプラズマ生成容器2の壁面が加熱されるので、ヒータに比べて、プラズマ生成容器2の内壁全体を万遍無く加熱することが容易になる。

【0053】(3) プラズマ生成容器2の内側からその内壁面を直接加熱することができるので、ヒータのようにプラズマ生成容器2の外側から加熱する場合に比べて、加熱の効率が高い。

【0054】なお、上記運転方法は、プラズマ生成用に投入する電力を予備加熱に用いるものであり、どのタイプのイオン源においてもプラズマ生成用に電力を投入するので、上記運転方法は上記バーナス型のイオン源1以外のイオン源にも広く適用することができる。例えば、

(1) 棒状のフィラメントを用いるフリーマン型イオン源、(2) プラズマ閉じ込めに多極磁場(カusp磁場)を用いるバケット型イオン源、(3) プラズマ生成に高周波(マイクロ波を含む)電力を用いる高周波型イオン源、(4) プラズマ生成にECR(電子サイクロトロン共鳴)を用いるECR型イオン源にも適用することができる。(1)および(2)のイオン源の場合は、バーナス型イオン源の場合と同様、フィラメント加熱電力とアーク放電電力の和がプラズマ生成用の電力である。

(3)および(4)の場合は、投入する高周波電力(またはマイクロ波電力)がプラズマ生成用の電力である。

【0055】また、上記のようなイオン源の運転開始時の予備加熱動作を自動で行う制御装置を設けても良い。図1の例では、制御装置28がその制御装置である。

【0056】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、上記予備加熱によって、プラズマ生成容器の温度を早期に高くして、プラズマ生成容器内に供給されるイオン源物質の量が安定するまでの時間を短縮することができる。その結果、イオン源の運転を開始してイオンビームを引き出す際にイオンビーム量が安定するまでの所要時間を短縮することができる。

【0057】しかもこの発明によれば、ヒータによってプラズマ生成容器を加熱する技術に比べて、次のような有利な効果を奏する。

【0058】(1) プラズマ生成容器の予備加熱を、プラズマ生成用の電力を多く投入してプラズマを生成する

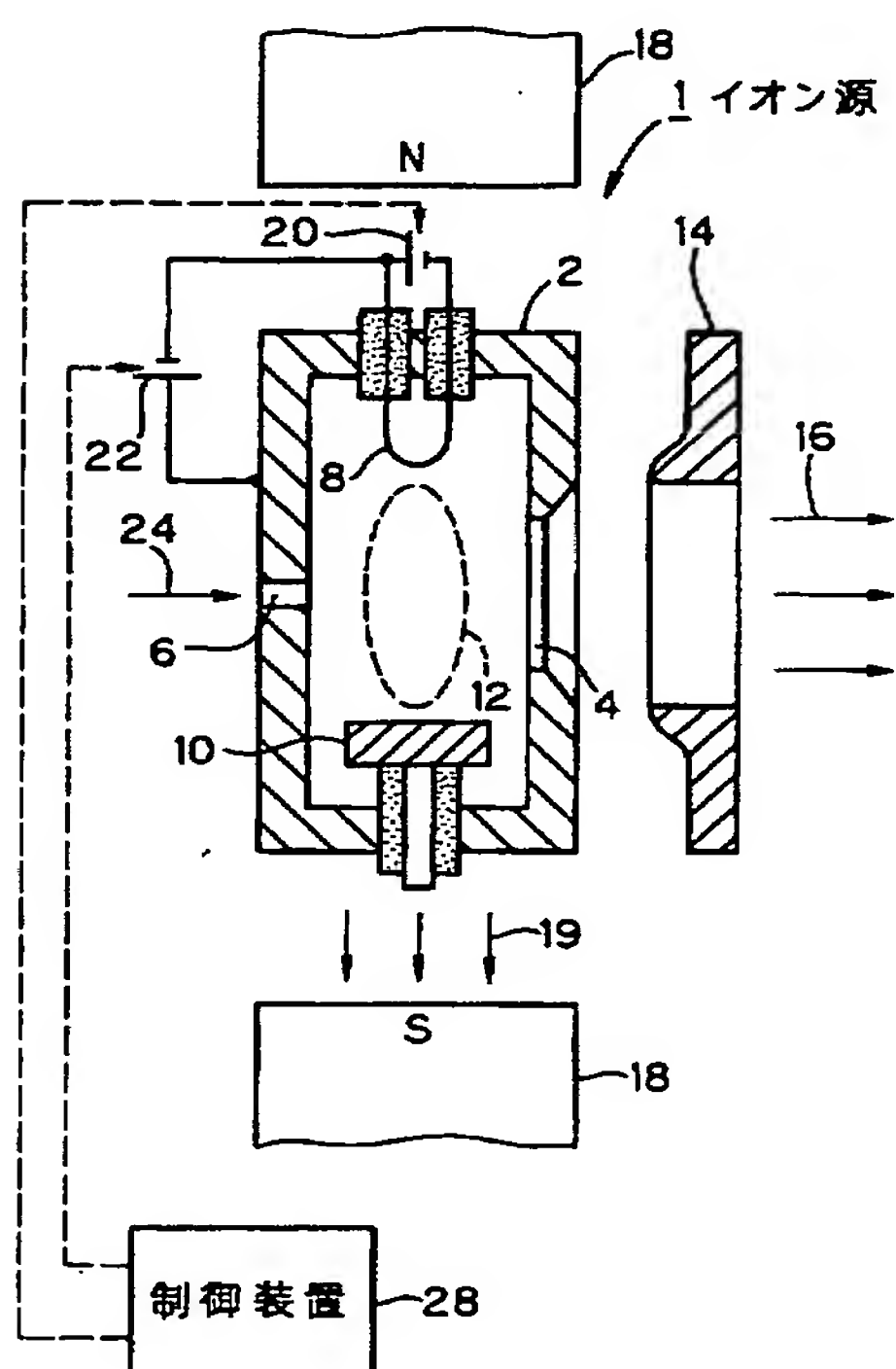
ことによって行うので、ヒータ、ヒータ用電源およびフィードスルー等の付加物を設ける必要がない。従って、イオン源の構成を複雑にせず済み、イオン源のコストアップを招かない。また、プラズマ生成容器の交換にも簡単に対応することができる。

【0059】(2) プラズマ生成容器内にプラズマ生成用の電力を多く投入してプラズマを生成することによってプラズマ生成容器を予備加熱する方法であり、プラズマはプラズマ生成容器内に立体的に生成され、この立体的なプラズマ等からの熱によってプラズマ生成容器の壁面が加熱されるので、ヒータに比べて、プラズマ生成容器の内壁全体を万遍無く加熱することが容易になる。

【0060】(3) プラズマ生成容器の内側からその内壁面を直接加熱することができるので、ヒータのようにプラズマ生成容器の外側から加熱する場合に比べて、加熱の効率が低い。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】イオンビーム照射装置のイオン源周りの一例を示す概略図である。

【図2】投入電力とプラズマ生成容器の温度との関係の一例を示す図である。

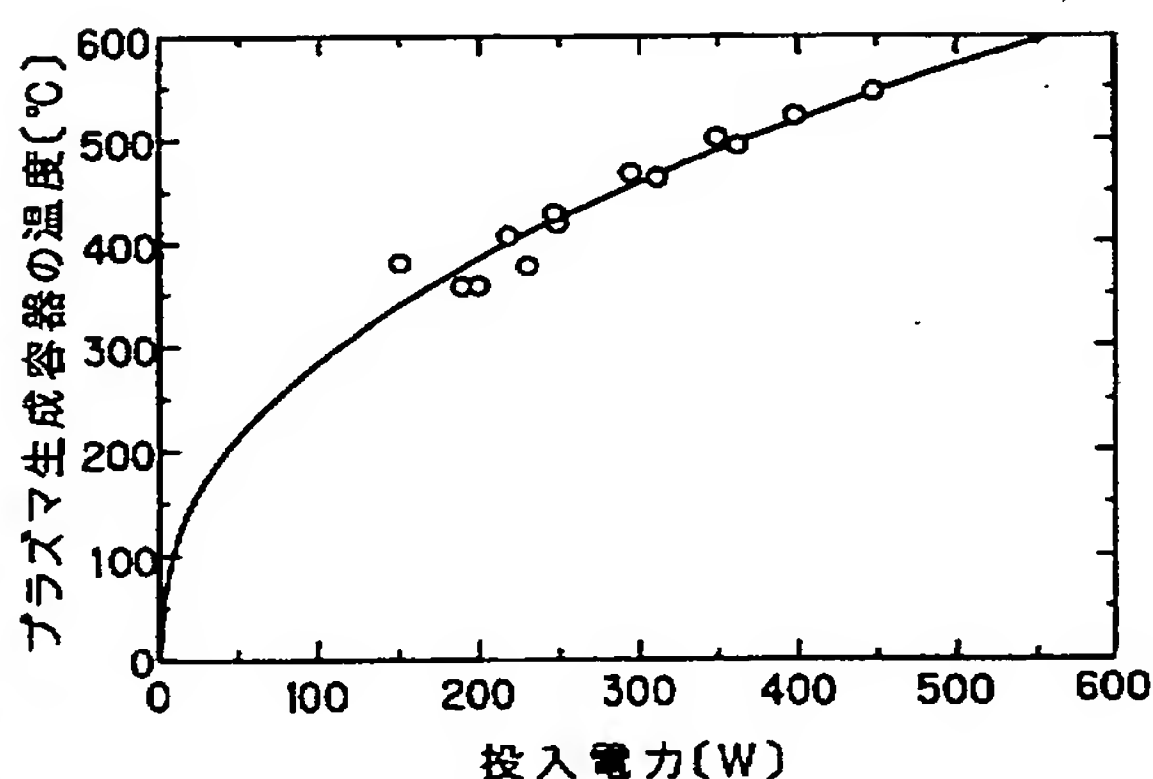
【図3】各種物質の温度に対する蒸気圧を示す図である。

【図4】この発明に係る運転方法に従って投入電力を変化させた例(A)と、そのときのプラズマ生成容器温度の変化の概略(B)を示す図である。

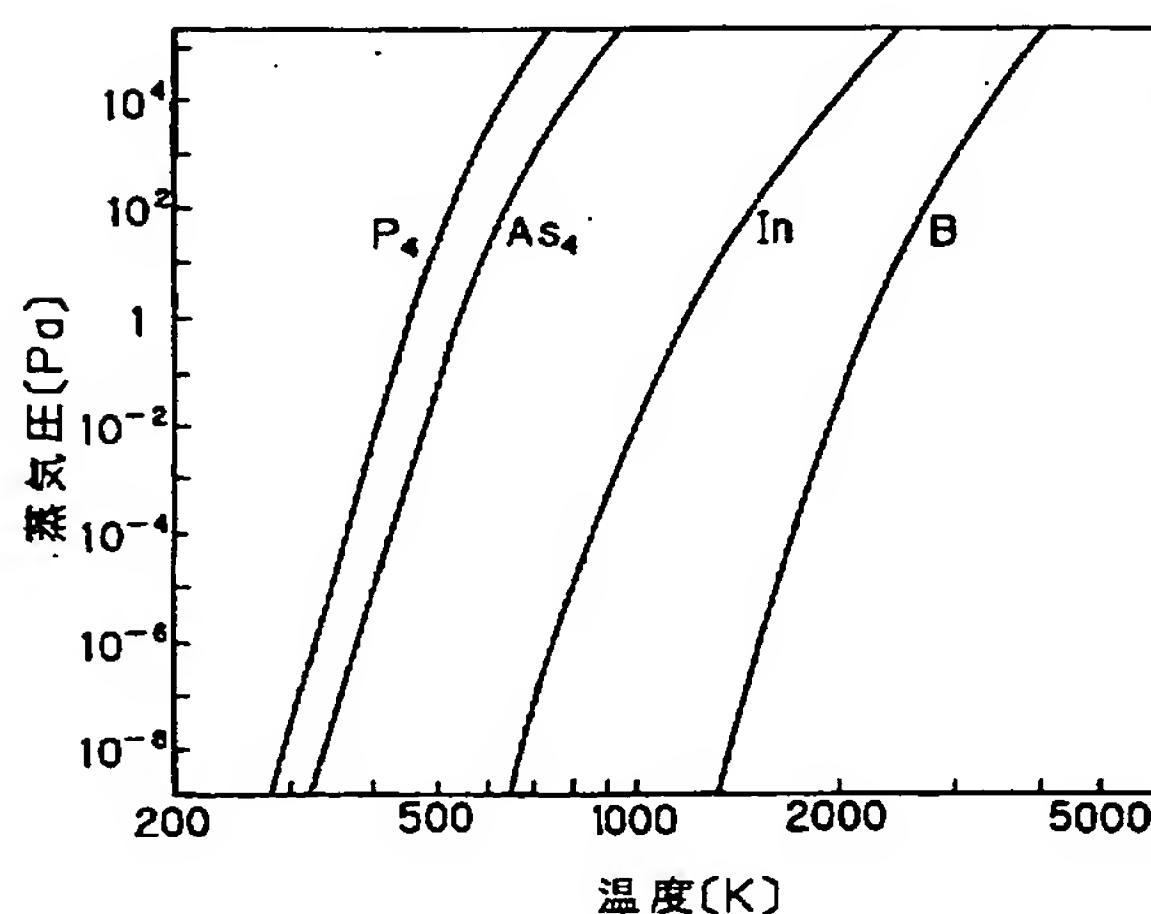
10 【符号の説明】

- 1 イオン源
- 2 プラズマ生成容器
- 12 プラズマ
- 16 イオンビーム
- 24 イオン源物質
- 26 被照射物
- 28 制御装置

【図2】



【図3】



【図4】

